

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE

**Residência em Área Profissional da Saúde - Física Médica
Radiodiagnóstico**

MARIANA YUAMOTO

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA**

Porto Alegre
2020

HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE

**Residência em Área Profissional da Saúde - Física Médica
Radiodiagnóstico**

MARIANA YUAMOTO

**METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA**

Orientador: MSc. Alexandre Bacelar.

Porto Alegre
2020

CIP - Catalogação na Publicação

Yuamoto, Mariana
METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DOSE
OCUPACIONAL INDIVIDUAL EM ELETROFISIOLOGIA CARDÍACA /
Mariana Yuamoto. -- 2020.
30 f.
Orientador: Alexandre Bacelar.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de
Clínicas de Porto Alegre, Residência em Área
Profissional da Saúde - Física
Médica/Radiodiagnóstico, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Proteção Radiológica. 2. Eletrofisiologia
Cardíaca. 3. Dose Ocupacional Individual. I. Bacelar,
Alexandre, orient. II. Título.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1	RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA	6
2.2	ELETRFISIOLOGIA.....	6
2.3	PRINCÍPIOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA	8
2.4	GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS EM FLUOROSCOPIA	9
3	OBJETIVOS.....	10
3.1	GERAL.....	10
3.2	ESPECÍFICOS	10
4	CONCLUSÃO	11
5	REFERÊNCIAS	12

1 INTRODUÇÃO

A Publicação nº 85 da ICRP define Radiologia Intervencionista (RI) como sendo os “procedimentos que compreendem intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas por acesso percutâneo ou outros, normalmente realizadas sob anestesia local e/ou sedação, usando a imagem fluoroscópica (raios X) para localizar a lesão ou local de tratamento, monitorar o procedimento, e controlar e documentar a terapia” (1).

Devido à complexidade dos procedimentos, os tempos de exposição e de aquisição de imagens em RI são maiores que outros procedimentos diagnósticos. Dessa forma, existe uma preocupação com a exposição dos médicos intervencionistas, assim como com toda a equipe presente em sala.

Dentre os médicos mais expostos à radiação estão os cardiologistas e eletrofisiologistas intervencionistas (2). A exposição à radiação X desta equipe ocorre quando utilizado o equipamento de arco cirúrgico (fluoroscopia) para guiar os procedimentos. Na última década, o campo da eletrofisiologia cardíaca apresentou avanços tecnológicos que acabaram exigindo maior demanda do sistema de imagem, resultando no aumento da dose de radiação do paciente e da equipe envolvida (3). Portanto para manter a otimização da dose ocupacional é de suma importância o trabalho conjunto entre a equipe clínica e técnica.

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), dentre as práticas em que se trabalha com radiação ionizante, a radiologia intervencionista que engloba os procedimentos de eletrofisiologia, apresenta o maior valor de dose efetiva média (6,6 mSv), seguida por medicina nuclear (2,1 mSv) e radioterapia (1,8 mSv) (4).

Segundo a Resolução RDC nº330 de 2019 da ANVISA, todo Indivíduo Ocupacionalmente Exposto (IOE) deve utilizar dosímetro individual durante sua jornada de trabalho e enquanto permanecer em área controlada, ou seja, em áreas sujeitas a regras especiais de proteção radiológica (5). Infelizmente, os dosímetros individuais nem sempre são utilizados por todos os profissionais e

muitas vezes são utilizados de forma não adequada (6). Como consequência as doses ocupacionais tornam-se amplamente desconhecidas (7).

A monitoração individual dos IOEs é oportuna para verificação da eficácia das práticas de proteção radiológica no local de trabalho (7). Informações sobre a otimização da proteção e controle das doses dos profissionais em relação ao limite estabelecido pela normativa são características de um programa de monitoração individual (8). A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) estabelece o limite de dose para IOE de 20 mSv/ano (em média durante um período definido de 5 anos; não excedendo 50 mSv em qualquer ano) (9). Ainda assim, todo empenho para redução da dose para níveis mais baixos possíveis devem ser colocados em prática (7).

Sabe-se que a exposição à radiação X em profissionais que trabalham com fluoroscopia pode ser expressiva quando não são utilizados processos adequados de proteção radiológica (7). O conhecimento das doses dos IOEs em procedimentos com uso de fluoroscopia é relevante para otimizar os processos de radioproteção, bem como a dose da equipe envolvida. Essa informação também pode ser utilizada para identificar mudanças na rotina de trabalho e estabelecer medidas de redução de dose (7).

Na busca por melhoria contínua em prol da otimização e devido à preocupação com a dose ocupacional, as recomendações da Publicação nº 117 da ICRP sugerem a realização de uma avaliação da monitoração individual com base nos resultados do monitoramento do local de trabalho e em informações sobre esse local, além da duração da exposição do trabalhador (7).

Assim, o objetivo deste estudo é aplicar a recomendação da Publicação nº 117 da ICRP com a construção de uma metodologia alternativa para estimar a exposição ocupacional da equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA através de dosimetria eletrônica no local de trabalho e, a avaliação de sua otimização.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA

A Organização Mundial da Saúde define Radiologia Intervencionista (RI) como uma área da radiologia que faz uso da imagem diagnóstica – seja ela gerada através de raios X, ultrassom ou ressonância magnética - para guiar procedimentos minimamente invasivos (10).

Dentre as vantagens dessa especialidade médica encontra-se a diminuição da complexidade de procedimentos que se tornam menos invasivos (11). Por outro lado, nos procedimentos guiados por fluoroscopia (raios X), devido ao elevado tempo de exposição, ela representa uma das modalidades que proporciona as maiores doses a pacientes e profissionais (4).

Nos últimos anos a frequência de procedimentos de RI tem aumentado em função dessas vantagens. Originalmente essas técnicas guiadas fluoroscopicamente eram realizadas apenas por médicos radiologistas. Atualmente, esse campo conquistou outras áreas de atuação como urologistas, gastroenterologistas, cirurgiões ortopédicos, cirurgiões vasculares, traumatologistas, anestesiologistas e pediatras (12).

2.2 ELETROFISIOLOGIA

A eletrofisiologia surgiu e desenvolveu-se ao longo do século XIX. É a especialidade que estuda as propriedades elétricas em células e tecidos. Essa especialidade está presente em diversas áreas como a oftalmologia, neurologia e cardiologia. O estudo da eletrofisiologia cardíaca iniciou-se no ano de 1842, quando o físico italiano Carlo Matteucci demonstrou que cada contração cardíaca era acompanhada por uma contração elétrica (13). Depois disso os fisiologistas passaram a estudar o assunto confirmando a descoberta de Matteucci. Desde então essa área vem se desenvolvendo e hoje a radiologia intervencionista vem atuando em conjunto, evoluindo os procedimentos com a evolução do diagnóstico por imagem.

Os equipamentos fluoroscópicos fornecem imagens que são imprescindíveis para orientar e manipular a instrumentação necessária, como por exemplo, o cateter. A possibilidade de visualizar na imagem o interior do paciente se dá pelo uso da fluoroscopia. A imagem em tempo real é apresentada em um monitor de vídeo, sendo possível usufruir de técnicas como gravação e subtração digital de imagens que auxiliam na visualização dos vasos sanguíneos. As imagens podem ser gravadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e ficam armazenadas com a identificação do paciente no sistema de gerenciamento de imagens do hospital.

Os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca com uso de fluoroscopia envolvem uma equipe multiprofissional composta por médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem, técnicos de radiologia e fornecedores. Esses profissionais são responsáveis pelo cuidado do paciente desde sua chegada, orientação sobre o procedimento, anamnese, preparo da sala de procedimentos e sua execução, exposição à radiação X até o encaminhamento para recuperação e alta.

No Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA), os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca são realizados na Unidade de Diagnóstico e Terapia Cardiovascular. Nesse trabalho serão considerados os procedimentos realizados com maior frequência no hospital, são eles: estudo eletrofisiológico diagnóstico e estudo eletrofisiológico terapêutico (ablação taquicardia).

O estudo eletrofisiológico corresponde a uma detalhada avaliação do sistema elétrico do coração. Esse procedimento é indicado no caso de síncope ou pré-síncope inexplicadas, bloqueios atrioventriculares e pacientes que apresentam taquicardias supraventriculares. Para esse fim, o método requer a utilização de cateteres diagnósticos que permite a identificação do mecanismo e origem da arritmia (14). Já a ablação, corresponde a um estudo eletrofisiológico terapêutico. Esse tratamento tem como objetivo destruir os tecidos críticos que induzem e sustentam sérias patologias. A ablação é realizada em pacientes que apresentam taquicardias supraventriculares e taquicardias ventriculares (14).

2.3 PRINCÍPIOS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Para preservar a segurança e a saúde dos trabalhadores, paciente e público em geral que de alguma forma são parte dos procedimentos de eletrofisiologia cardíaca, as atividades devem ser planejadas orientadas pela proteção radiológica. Em conformidade com as organizações internacionais, a regulamentação nacional revisada no último ano considera os seguintes princípios de proteção radiológica: Justificação da prática e das exposições médicas individuais; Otimização da proteção radiológica; e Limitação de doses individuais. (5,15).

O princípio de justificação deve garantir que qualquer exposição produza benefícios suficientes que superem os riscos que a radiação pode causar. A otimização da proteção radiológica acompanha o termo ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) que diz que as doses devem ser tão baixas quanto razoavelmente exequíveis levando em consideração fatores sociais e econômicos (16).

Os princípios de justificação e otimização da proteção radiológica são aplicados a situações que utilizam a radiação, e, destinados a todas as situações de exposição, tanto de pacientes quanto da equipe médica. Ações como redução do tempo de fluoroscopia, uso de fluoroscopia no modo baixa dose, utilização do FOV adequado e aproximação do receptor de imagem ao paciente podem ser consideradas para reduzir a exposição dos pacientes e consequentemente a dos profissionais envolvidos (15).

O princípio de limitação de doses individuais atua sobre a exposição à radiação ionizante tanto de trabalhadores quanto de indivíduos do público. O Quadro 1 da Resolução CNEN apresenta os limites de dose anuais estabelecidos em nível nacional (9).

Quadro 1: Limites de dose anuais (CNEN)

Limites de Dose Anuais ^[a]			
Grandeza	Órgão	Indivíduo ocupacionalmente exposto	Indivíduo do público
<i>Dose efetiva</i>	Corpo inteiro	20 mSv ^[b]	1 mSv ^[c]
<i>Dose equivalente</i>	Cristalino	20 mSv ^[b] (Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)	15 mSv
	Pele ^[d]	500 mSv	50 mSv
	Mãos e pés	500 mSv	---

[a] Para fins de *controle administrativo* efetuado pela CNEN, o termo *dose anual* deve ser considerado como *dose* no ano calendário, isto é, no período decorrente de janeiro a dezembro de cada ano.

[b] Média aritmética em 5 anos consecutivos, desde que não exceda 50 mSv em qualquer ano.

(Alterado pela Resolução CNEN 114/2011)

[c] Em circunstâncias especiais, a CNEN poderá autorizar um valor de *dose efetiva* de até 5 mSv em um ano, desde que a *dose efetiva* média em um período de 5 anos consecutivos, não exceda a 1 mSv por ano.

[d] Valor médio em 1 cm² de área, na região mais irradiada.

Conforme esta mesma Resolução, a monitoração da dose recebida pelo trabalhador deve ser acompanhada mensalmente por meio de dosimetria pessoal, por dosímetros termoluminescentes ou opticamente estimulados que são fornecidos por laboratórios certificados pela CNEN. Quando a dose no mês atinge o nível de investigação, definida como 1 mSv (9), medidas devem ser tomadas para que impeçam o trabalhador de exceder a média anual de 20 mSv/ano, sendo esta média ponderada em cinco anos consecutivos, não excedendo 50 mSv em qualquer ano.

2.4 GRANDEZAS DOSIMÉTRICAS EM FLUOROSCOPIA

Dose Efetiva, E(Sv): Corresponde a soma da dose efetiva devido à exposição externa e da dose efetiva proveniente da incorporação de radionuclídeos (17).

Equivalente de Dose Individual, $H_p(d)$: Corresponde à grandeza operacional para uso em monitoração individual. É o equivalente de dose em tecido mole, numa profundidade d , abaixo de um ponto especificado sobre o corpo. No caso de radiação fracamente penetrante, $d=0,07$ mm (pele) ou $d=3$ mm (cristalino), para radiação fortemente penetrante, $d= 10$ mm (17).

Kerma, K (Gy): é dado pelo quociente entre dE_{tr} por dm , onde dE_{tr} é a soma de todas as energias cinéticas de todas as partículas carregadas liberadas por partículas neutras ou fótons, incidentes em um material de massa dm (18).

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

Taxa de Kerma, \dot{K} (Gy/s): representa a variação do kerma ao longo do tempo, ou seja, é o quociente entre dK e dt (18).

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt}$$

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Construir uma metodologia alternativa para estimar a dose de radiação recebida pela equipe envolvida nos procedimentos de eletrofisiologia cardíaca do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) com uso de fluoroscopia e, a avaliar sua otimização.

3.2 ESPECÍFICOS

- Identificar os procedimentos de eletrofisiologia cardíaca mais realizados no HCPA.
- Caracterizar os procedimentos levando em consideração a técnica utilizada e posicionamento da equipe envolvida.

- Reproduzir os procedimentos utilizando placas de PMMA (polimetilmetacrilato) para simular o paciente e dosímetros eletrônicos.

4 CONCLUSÃO

A dosimetria eletrônica é adequada e vantajosa para monitoração do local de trabalho como método de monitoração individual alternativa para dosimetria ocupacional. Através do mapeamento da taxa de dose do local de trabalho, do conhecimento do tempo de exposição dos procedimentos, bem como o número de procedimento em que cada profissional participou, estabeleceu a possibilidade de realizar uma melhor estimativa do valor de dose ocupacional anual de uma equipe de eletrofisiologia cardíaca do HCPA. A dose dos profissionais da equipe de eletrofisiologia cardíaca é significativa, porém estão em conformidade com os limites de dose estabelecidos na regulamentação nacional.

A metodologia proposta pode ser adaptada e aplicada para qualquer especialidade em radiologia intervencionista. Para tanto, deve-se adequar à realidade do local de trabalho, dos procedimentos e da equipe assistencial envolvida. Assim, o estudo proporciona a realização de medidas de segurança, otimização e educação em relação à dose recebida por uma equipe exposta a radiação X.

Um dos desafios do físico médico, supervisor de proteção radiológica, consiste em evoluir a cultura de segurança e qualidade na aplicação dos raios X na medicina, junto à uma equipe assistencial multiprofissional. Com os avanços da tecnologia na área médica, os processos de proteção radiológica devem acompanhar essa evolução e buscar mecanismos tecnológicos para otimizar o cuidado da saúde e segurança dos pacientes, trabalhadores e população como um todo. O estudo permitiu vivenciar plenamente esse contexto: o uso da tecnologia para melhoria do cuidado à saúde da equipe multiprofissional e da cultura de segurança contra radiações ionizantes.

5 REFERÊNCIAS

1. ICRP. ICRP Publication 85: Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. Ann ICRP. 2007;45(0):1–99.
2. J.W. H, V.A. F, F.M. B, L. B, C.E. C, A.J. E, et al. 2018 ACC/HRS/NASCI/SCAI/SCCT Expert Consensus Document on Optimal Use of Ionizing Radiation in Cardiovascular Imaging: Best Practices for Safety and Effectiveness. Catheter Cardiovasc Interv [Internet]. 2018;92(2):E35–97. Available from: <http://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&from=export&id=L623965178>
3. Wunderle KA, Chung MK, Rayadurgam S, Miller MA, Obuchowski NA, Lindsay BD. Occupational and patient radiation doses in a modern cardiac electrophysiology laboratory. J Interv Card Electrophysiol an Int J Arrhythm pacing. 2019 Nov;56(2):183–90.
4. Mauricio CLP, Silva HLR, Silva CR. BRAZILIAN JOURNAL OF RADIATION SCIENCES Análise dos registros de dose ocupacional externa no Brasil. 2015;1–18.
5. ANVISA. Resolução Da Diretoria Colegiada - Rdc Nº 330, De 20 De Dezembro De 2019. Diário Of da União. 2019;234(1):85.
6. Vano E, Kleiman NJ, Duran A, Rehani MM, Echeverri D, Cabrera M. Radiation Cataract Risk in Interventional Cardiology Personnel. Radiat Res [Internet]. 2010 Oct;174(4):490–5. Available from: <http://www.bioone.org/doi/10.1667/RR2207.1>
7. ICRP. ICRP Publication 117: Radiological Protection in Fluoroscopically Guided Procedures Performed Outside the Imaging Department. Vol. 40, Annals of the ICRP. 2010.
8. IAEA. Assessment of Occupational Exposure Due to External Sources of Radiation. Safety Standard RS-G-1.2. 1999;
9. CNEN. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Norma CNEN NN 3.01: DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA. 2014;05:1–22. Available from: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>
10. World Health Organization Geneva. Efficacy and radiation safety in interventional radiology. J Heal Technol Assess. 2000;3(2):1–100.
11. U.D.M.I. University Diagnostic Medical Imaging [Internet]. Available from: <https://www.udmi.net/benefits-of-interventional-radiology/>
12. Canevaro L. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. Rev Bras Física Médica. 2009;3(1):101–15.
13. Giffoni RT, Torres RM. Breve história da eletrocardiografia. Rev Med Minas Gerais. 2010;20(2):263–70.
14. Jakolinski M. Eletrofisiologia Cardíaca. sobrac 2018. 2018. p. 43.
15. ICRP. ICRP Publication 139: Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. Vol. 44. 2018.
16. ICRP. ICRP Publication 26: Recommendations of the Radiological Protection. ICRP Publ 26 [Internet]. 1997; Available from: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_1_3
17. CNEN. Resolução nº230. 2018.
18. Tauahata, Luiz; Salati, Ivan; Prinzie RDP, Zio ARD. Radioproteção E Dosimetria : Fundamentos. Ird/Cnen. 2013. 345 p.